

**PRARANCANGAN PABRIK
FERRO SULFAT HEPTAHIDRAT DARI BESI DAN
ASAM SULFAT
DENGAN KAPASITAS 25.000 TON PER TAHUN**



Oleh:

**ICHSAN BUDI WIJAYA
D 500 990 030**

Dosen Pembimbing:

- 1. Ir. H. Haryanto, A.R, M.S**
- 2. Emi Erawati, ST**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2010

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam rangka memasuki pembangunan jangka panjang, pemerintah menitik beratkan pembangunan nasional pada sektor industri. Dengan berbagai kebijakan yang diambil, pemerintah terus berupaya untuk menciptakan iklim segar bagi pertumbuhan industri, khususnya industri kimia. Pembangunan industri kimia ini ditekankan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pemanfaatan sumber daya alam yang ada menciptakan lapangan kerja, mendorong perkembangan industri lain dan *eksport*.

Ferrosulfat heptahidrat merupakan bahan kimia yang dewasa ini dikonsumsi sebagai bahan pembantu maupun bahan baku industri-industri tertentu. Ferrosulfat heptahidrat mempunyai rumus kimia $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Kegunaan ferrosulfat hepta hidrat antara lain sebagai koagulan dalam pemurnian air, bahan pembuat tinta, insektisida, dan sebagainya. Hingga saat ini ferrosulfat heptahidrat belum diproduksi di Indonesia, kebutuhan dalam negeri dipenuhi dengan mengimport dari negara Amerika, Jepang dan Jerman.

Ferrosulfat heptahidrat lazim diproduksi dari besi yang direaksikan dengan asam sulfat pada kondisi operasi tertentu. Bahan-bahan tersebut mudah diperoleh karena kedua bahan tersebut diproduksi di Indonesia.

Agar suatu industri dapat berjalan terus, diperlukan kondisi yang baik mengenai harga produknya dan harus menguntungkan dari segi teknis dan ekonomi. Adapun harga ferrosulfat heptahidrat dapat diproyeksi untuk beberapa tahun mendatang pada tabel 1. Karena asam sulfat dan besi merupakan bahan baku yang telah banyak diproduksi di Indonesia dan mempunyai harga yang sangat murah dibanding harga ferrosulfat heptahidrat yang dihasilkan, oleh karena itu pabrik ferrosulfat heptahidrat di Indonesia mempunyai prospek yang sangat cerah.

Tabel 1.1. Proyeksi harga ferrosulfat heptahidrat Tahun 1996-2002

Tahun	Harga per kg (US\$)
1996	1,62
1997	1,44
1998	1,98
1999	1,28
2000	1,29
2001	1,04
2002	1,35

Sumber : Biro Pusat Statistik data Import (1996-2002)

1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik suatu industri diupayakan dengan memperhatikan segi teknis, finansial dan ekonomis. Dari segi teknik, industri ferrosulfat heptahidrat yang direncanakan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan konstituitas bahan baku, selain itu juga fasilitas lain yang mempengaruhi seperti sarana transportasi dan sebagainya.

Kebutuhan ferrosulfat heptahidrat dalam negeri terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan akan ferrosulfat heptahidrat sampai saat ini harus melalui import luar negeri.

Tabel 1.2. Data Import Ferrosulfat Heptahidrat

Tahun	Jumlah (Kg)
1996	877.662
1997	2.573.774
1998	4.004.555
1999	2.132.699
2000	2.812.154
2001	1.322.029
2002	2.281.836

Sumber : Biro Pusat Statistik data import (1996-2002)

Tabel 1.3. Kapasitas produksi industri ferrosulfat heptahidrat yang telah berdiri

Kota, Negara	Nama Perusahaan	Kapasitas Produksi (ton)
Nort Lima, Ohio, USA	Add-Iron Corporation	15.000
Indianapolis, USA	Crown Tecnology	21.000
CAPE Girardeau, Jerman	QC Corporation	45.000

Sumber : Mc. Ketta, 1978

Sehingga ditetapkan kapasitas rancangan sebesar 25.000 ton/tahun, dengan tujuan dapat memenuhi permintaan dalam negeri dan sisanya sebagai komoditi ekspor.

1.3. Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan operasi pabrik tersebut. Untuk itu sebelum pabrik berdiri perlu dilakukan studi kelayakan untuk mempertimbangkan faktor-faktor penunjang yang mendukung kelangsungan pabrik tersebut. Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan adalah :

- Penyediaan bahan baku
- Penyediaan listrik dan bahan bakar
- Penyediaan air
- Transportasi
- Tenaga kerja

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut diatas maka lokasi pabrik ferrosulfat heptahidrat ditetapkan di Gresik, Jawa Timur dengan alasan sebagai berikut :

1. Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik dipilih mendekati sumber bahan baku untuk mengurangi biaya transportasi dan kehilangan bahan baku dalam transportasi. Bahan baku asam sulfat diperoleh dari PT.

Petrokimia Gresik, dan bahan baku besi diperoleh dari PT. Dian Jaya Steel Gresik.

2. Penyediaan listrik dan bahan bakar

Penyediaan listrik dan bahan bakar di Gresik sudah mencukupi, mengingat Gresik adalah daerah yang mempunyai prospek yang baik sebagai daerah pengembangan industri dan tidak sedikit industri yang berdiri, sehingga kebutuhan listrik dan bahan bakar tidak menjadi masalah.

3. Penyediaan air

Di daerah Gresik, air untuk proses cukup tersedia, karena dekat dengan perairan laut.

4. Transportasi

Transportasi laut maupun darat memadai sehingga akan mempermudah pengangkutan bahan baku dan produk.

5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja banyak tersedia di daerah Jawa sehingga dengan didirikannya pabrik ferrosulfat heptahidrat akan mampu menyerap tenaga kerja dan menunjang program pemerintah untuk mengurangi pengangguran.

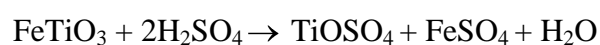
1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam proses

Proses pembuatan ferrosulfat heptahidrat dapat dilakukan dengan beberapa macam proses, yaitu:

a. Hasil samping pembuatan Titanium Oksida

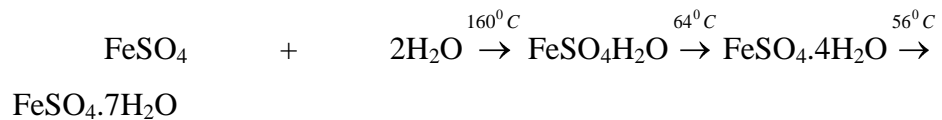
Pada proses ini konsentrat elemenit direaksikan dengan asam sulfat 80-90%. Operasi ini dapat dilakukan secara kontinyu atau batch. Pada suhu 160 °C terjadi reaksi eksotermis. Reaksi yang terjadi :



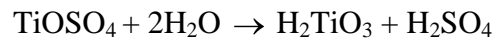
Untuk mengurangi kandungan asam dan besi, ditambahkan besi kedalam larutan. Reaksi yang terjadi :



Setelah dilakukan pendinginan terjadi endapan ferrosulfat heptahidrat berbentuk kristal. Perubahan struktur karena pendinginan adalah :



Titanium sulfat berubah kembali menjadi asam metatitanic dan mengendap dengan penambahan air. Reaksi yang terjadi :

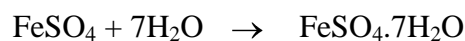
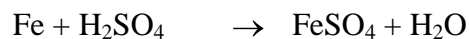


Endapan dibakar untuk menghilangkan air dan residu SO_3 . pembakaran dilakukan diatas suhu 950°C dan akan menghasilkan titanium oksida (TiO_2).

(Kirk, R.E and Othmer, D.F., 1994)

b. Mereaksikan asam sulfat dengan besi

Reaksi yang terjadi adalah :



Reaksi yang terjadi adalah eksotermis dengan suhu $70 - 82^\circ\text{C}$. Larutan hasil reaksi disaring kemudian dialirkan ke alat pemekat. Konsentrasi keluar dari evaporator 42°Be yang dialirkan ke *kristalizer* yang bersuhu 70°C . Kristal disaring dan larutan induk dikembalikan ke evaporator dan kemudian kristal dikeringkan pada suhu 80°C .

(Faith, Keyes, and Clark, 1975)

c. Hasil buangan dari pabrik baja yang disebut *pickling liquor* yang bebas dari impuritas yang tidak diijinkan lalu ditambahkan Fe untuk mereduksikan asamnya. Reaksi yang terjadi :



Pickling liquor

(Faith, Keyes, and Clark, 1975)

1.4.2. Kegunaan Produk

Adapun kegunaan Ferrosulfat heptahidrat adalah sebagai berikut :

- Sebagai koagulan dalam pengolahan air
- Bahan pembuat tinta
- Insektisida
- Bahan untuk obat-obatan
- Desinfektan
- *Deodorizer*
- Katalis untuk sintesa ammonia
- Reagent dalam kimia analisis

(Faith, Keyes, and Clark, 1975)

1.4.3. Sifat Fisika dan Kimia

1.4.3.1. Bahan baku

a. Asam Sulfat (H_2SO_4)

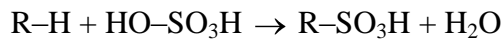
Sifat-sifat fisis :

Rumus molekul	: H_2SO_4
Bentuk	: Cairan
Warna	: Jernih
Berat Molekul	: 98.08 g/gmol
<i>Spesific gravity</i>	: 1,824
Titik Beku (1 atm)	: 10,31 °C
Titik Didih (1 atm)	: 336,85 °C
Tempertur Kritis	: 651,85 °C
Tekanan Kritis	: 64 atm
Volume Kritis	: 0,177 m ³ /kmol
Kelarutan	: larut dalam air dingin/panas
Densitas (25 °C)	: 1,833 g/mL
Energi Bebas Gibbs (25 °C)	: -653,47 kJ/mol.K
Konduktivitas (25 °C)	: 0,360 W/m.K
<i>Heat Capacity</i> (25 °C)	: 139,95j/mol.K

Sifat-sifat Kimia :

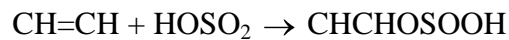
- ◆ H₂SO₄ pekat banyak digunakan sebagai *sulfoning agent* pada reaksi organik, karena dapat menggantikan hidrogen.

Reaksi :



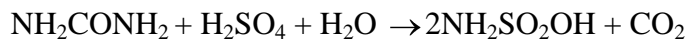
- ◆ Sulfatasi, reaksi pembentukan gugus -OSO₂OH pada karbin.

Reaksi :



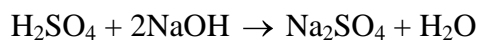
- ◆ Sulfamasi, reaksi penggabungan -SOOH dengan nitrogen.

Reaksi :



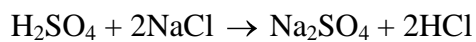
- ◆ Dengan basa membentuk garam dan air.

Reaksi :



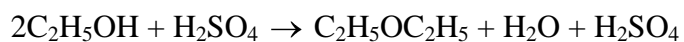
- ◆ Dengan garam membentuk garam dan asam lainnya.

Reaksi :



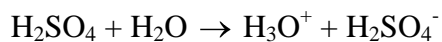
- ◆ Dengan alkohol membentuk eter dan air.

Reaksi :



- ◆ Dengan air membentuk keseimbangan.

Reaksi :



(Kirk, R.E and Othmer, D.F.,1994)

b. Besi (Fe)

Sifat-sifat Fisis :

Rumus	: Fe
Berat molekul	: 56 g/gmol
Bentuk	: padatan

Titik didih (1 atm)	: 300 °C
Densitas (25 °C)	: 7,86 g/mL
Diffusifitas (termal)	: 0,14 cm ² /dt
Kapasitas panas	: 5,96 kal/gmol/ °C
Panas pembentukan	: 99,8 kcal/g.atom
Panas sublimasi	: 100,2 kcal/gr
Panas spesifik	: 0,11 kal/ °C
Panas peleburan	: 3,67 kcal/mol
Panas penguapan	: 93,9 kcal/mol

(Kirk, R.E and Othmer, D.F.,1994)

1.4.3.2. Produk

Ferrosulfat Heptahidrat (FeSO₄.7H₂O)

Sifat-sifat fisis :

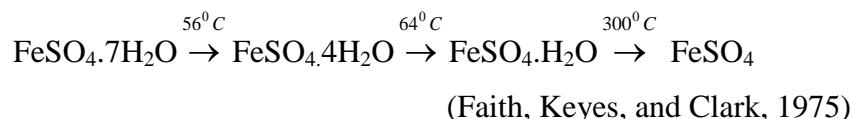
Berat molekul	: 278,02 g/gmol
<i>Spesific gravity</i>	: 1,89
Bentuk	: padatan
Titik leleh	: 64 °C
Panas pembentukan	: -718,7 kcal/g.atom
Panas spesifik	: 0,325 kal/ °C
Kelarutan dalam 100 bagian air	: 32,8 gr/100gr

Sifat-sifat kimia :

- Ferrosulfat mempunyai beberapa turunan, yaitu :
- Ferrosulfat heksahidrat (FeSO₄.6H₂O) terbentuk bila HCl dilewatkan kedalam larutan jenuh Ferrosulfat.
- Ferrosulfat Pentahidrat (FeSO₄.5H₂O) diperoleh dengan membiarkan larutan Ferrosulfat Heptahidrat memekat dalam keadaan vakum.
- Ferrosulfat Tetrahidrat (FeSO₄.4H₂O) terbentuk bila Ferrosulfat Heptahidrat dibiarkan beberapa hari diatas asam sulfat pekat.

- Ferrosulfat Trihidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) dan dihidrat diperoleh bila larutan Ferrosulfat Heptahidrat dalam HCl pekat.
- Ferrosulfat Monohidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dihasilkan bila ferrosulfat Heptahidrat dipanaskan hingga 140°C dalam vakum atau dibiarkan mengembang dengan perpanjangan waktu di udara kering dan dilewatkan dengan asam sulfat pada 100°C . Dapat juga diperoleh bila Ferrosulfat Heptahidrat dikontakkan dengan asam sulfat yang konsentrasi lebih besar dari 12,5 N dan melalui penambahan asam sulfat pekat kedalam larutan Ferrosulfat Heptahidrat jenuh.
- Ferrosulfat Anhidrat (FeSO_4) sangat sulit dibuat dalam keadaan murni. Hasilnya sedikit banyak tercemar oleh garam dasar saat setiap hidrat dipanaskan dalam vakum hingga lebih besar dari 140°C . Dapat dibuat bila Ferrosulfat Heptahidrat dilakukan dalam asam sulfat pekat lalu dipisah dalam bentuk prisma kecil.

Susunan relatif hidrat-hidrat ini tergantung pada kuantitas sulfat bebas dalam larutan. Secara umum perubahan struktur kristalnya adalah sebagai berikut :



1.4.3.3. Bahan Pembantu

Air

Rumus	: H_2O
Berat molekul	: 18,015 g/gmol
Bentuk	: Cair
Titik didih(1 atm)	: 100°C
Densitas (25°C)	: 7,86 g/mL

1.5. Tinjauan Proses Secara Umum

Asam dapat dikatakan zat-zat yang mempunyai rasa masam, sedangkan menurut Arrhenius semua asam dalam air menghasilkan ion hydrogen (H^+). Oleh karena itu asam didefinisikan sebagai zat-zat yang memperbesar konsentrasi ion H^+ dalam air. Inilah yang membawa sifat asam.

Reaksi yang terjadi pada proses kristalisasi ini adalah tergolong reaksi penggaraman. Garam dapat dianggap sebagai turunan asam dimana atom H asam digantikan oleh atom logam. Garam normal adalah garam-garam yang tidak mengandung atom H asam atau gugus OH basa lagi. Artinya semua atom H diganti oleh atom logam atau semua gugus OH basa diganti oleh sisa asam.

Contoh :

NaCl dapat dianggap sebagai turunan HCl dimana atom H diganti oleh Na.

Reaksi penggaraman pada logam Fe (besi) dengan H_2SO_4 (asam sulfat) akan terbentuk garam Ferro dan gas H_2 . pengikatan garam Ferro dengan air akan terbentuk garam mohr dimana tidak dapat diubah oleh udara.

Reaksi yang terjadi :

